

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Вислоцький Ярослав Олегович

УДК 612.17+519.688

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ АУДІОМЕТРІЇ І АКУСТИЧНОЇ ІМПЕДАНСОМЕТРІЇ

163 – Біомедична інженерія

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
доцент кафедри біотехнічних систем
Дозорський Василь Григорович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
доцент кафедри радіотехнічних систем
Дедів Ірина Юріївна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 28 грудня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. З кожним роком все більш актуальною як у медичному, так і в соціальному відношенні постає проблема приглухуватості та глухоти, оскільки, на превеликий жаль, згідно статистичних даних сьогодні відхилення слуху від норми спостерігаються у кожного десятого жителя планети. І надалі ситуація погіршується. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, 2005 року близько 278 мільйонів осіб у світі мали помірні або важкі порушення слуху. Станом на 1 січня 2008 року в Україні налічується близько 300 тисяч дітей і 1 млн дорослих з порушенням слуху, які потребують слухопротезування, в тому числі з глухотою — 11 тис. дітей та 100 тис. дорослих. У зв'язку з цим надзвичайно важливого значення набуває профілактика та раннє виявлення порушень слуху за допомогою сучасних діагностичних методів і правильна оцінка потенційних можливостей слухової системи людини.

З цією метою застосовуються аудіометри та акустичні вушні імпедансметри. Однак, сучасне аудіометричне та імпедансометричне обладнання провідних закордонних виробників фірм є дорогим для більшості вітчизняних споживачів. При цьому ці аудіометри реалізують лише традиційні аудіологічні методи і мають обмежені функціональні можливості при дослідженнях слуху в області високих частот (ВЧ), що обумовлено наявністю в їх складі лише тракту повітряного ВЧ звукопроведення. Ця обставина ускладнює діагностику порушень слуху на ранньому етапі у обстежуваних із слуховими відхиленнями від норми, а також у літніх людей, оскільки навіть в нормі пороги слухової чутливості людини для вказаних умов обмежені з віком по частоті і визначення порогів прослуховування при кістковому ВЧ звукопроведенні є єдиною можливістю уточнення діагнозу обстежуваного методами аудіометрії. Окрім цього, види обстежень, що реалізуються скринінговими та діагностичними засобами імпедансометрії наразі вже дещо обмежують можливості діагностування і потребують їх розширення.

Відповідно, актуальним є завдання удосконалення методів аудіометрії та акустичної імпедансометрії і обґрунтування структури окремих трактів цих приладів з метою зменшення їх собівартості.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є удосконалення методів аудіометрії і акустичної імпедансометрії. Для цього потрібно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз літературних джерел за тематикою дослідження та обґрунтувати актуальність роботи;
2. Проаналізувати особливості організації і принципи функціонування слухової системи людини та розглянути основні форми розладів слухової системи людини;
3. Провести аналіз принципів, що лежать в основі методів аудіометрії та акустичної імпедансометрії, як об'єктивних методів оцінювання стану слухової системи людини;
4. Обґрунтувати шляхи удосконалення методів аудіометрії та акустичної імпедансометрії;

5. Запропонувати способи удосконалення структури автоматизованого аудіометра та акустичного імпедансметра.

Об'єктом дослідження є процес оцінювання акустичних параметрів слуху методами аудіометрії та акустичної імпедансометрії.

Предметом дослідження є методи оцінювання акустичних параметрів слуху в аудіометрах та акустичних імпедансометрах.

Наукова новизна отриманих результатів. Запропоновано спосіб удосконалення автоматизованого аудіометра, що дозволяє визначати пороги слухової чутливості від одного до чотирьох обстежуваних одночасно при повітряному звукопроведенні на вибраних частотах чистих тонів.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані при проектуванні аудіометрів та акустичних імпедансометрів.

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на VII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018 рік.

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 129 сторінках, списку використаних джерел з 24 назв на 2 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 133 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Застосування методів аудіометрії та акустичної імпедансометрії в медицині» проаналізовано особливості організації та принципи функціонування слухової системи людини та розглянуто основні форми розладів слухової системи людини, що означаються терміном "приглухуватість".

Встановлено, що одним із основних інформативних сигналів, який взаємодіє з слуховою системою, є звуковий тиск, що змінюється по частоті та інтенсивності і впливає безпосередньо на барабанну перетинку. Іншим інформативним сигналом є змінна сила механічних вібрацій, які також змінюються по інтенсивності та частоті і діють на кістки черепа людини. В обох випадках основним діагностичним параметром, який відразу показує відхилення стану елементів середнього вуха від норми, є його акустичний опір (імпеданс) або провідність (адмітанс), об'єднаних загальним терміном "іммітанс".

Проведемо аналіз принципів, що лежать в основі методів аудіометрії та акустичної імпедансометрії, як об'єктивних методів оцінювання стану слухової системи людини, що ґрунтуються на оцінюванні значень акустичного імпедансу та іммітансу.

Показано актуальність задачі удосконалення методів і засобів аудіометрії та акустичної імпедансометрії з розширеними функціональними можливостями діагностування порушень слуху у дитячого і дорослого контингенту обстежуваних

на ранній стадії. Це створить умови для ранньої діагностики порушень слуху надасть можливість своєчасно впровадити лікувальні та профілактичні заходи.

У другому розділі «Методи аудіометрії та імпедансометрії» проведено аналіз методів аудіометрії, зокрема ональної порогової аудіометрії, надпорогової тональної аудіометрії, комп'ютерної аудіометрії, мовної аудіометрії, високочастотної аудіометрії.

Встановлено, що в сучасній аудіометрії визначення слухової чутливості обстежуваних проводиться на фіксованих стандартних частотах: при повітряному звукопроведенні – 125, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Гц, при кістковому звукопроведенні – 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 Гц.

Проаналізовано норми аудіометрії, проведено огляд методів акустичної імпедансометрії.

Розглянуто технічні параметри та особливості застосування аудіометрів та акустичних імпеданс метрів.

Запропоновано проводити оцінювання слухової чутливості на частотах вище 8 кГц при повітряному та кістковому звукопроведенні, що дозволить поєднати в одному апаратному виконанні методи порогової та високочастотної аудіометрії.

У третьому розділі «Методи вимірювання акустичних параметрів слуху та способи їх удосконалення» проведено аналіз методів вимірювання акустичних параметрів слуху. Запропоновано механічну модель системи середнього вуха людини.

Встановлено, що визначальний вклад в результуючий акустичний імпеданс середнього вуха вноситься саме реактивним опором гнучкості барабанної перетинки; акустичний імпеданс зовнішнього слухового проходу повністю визначається його реактивною складовою гнучкості.

Проведено аналіз методів вимірювання акустичного іммітансу системи середнього вуха. Встановлено, що процедуру вимірювання іммітансу середнього вуха можна розглядати як рівноцінну вимірюванню об'єму повітря у зовнішньому слуховому проході та еквівалентного об'єму повітря, який володів би акустичною гнучкістю, рівною такій для компонентів середнього вуха.

Встановлено, що найпростіший спосіб вимірювання іммітансу системи середнього вуха полягає в порівнянні його з відомим іммітансом заповненої повітрям контрольної порожнини з жорсткими стінками, що зветься калібрувальною камерою.

Недоліком цього методу вимірювання є технічна складність вимірювання об'ємної швидкості і, як наслідок, дещо підвищена інерційність засобу при вимірюванні часових параметрів акустичного рефлексу внутрішньовушних м'язів.

У четвертому розділі «Розширення функціональних можливостей аудіометрів та акустичних імпедансметрів» запропоновано новий різновид методу тональної порогової аудіометрії, що дозволяє врахувати психомоторні особливості обстежуваних при визначенні порогів їх чутності і тим самим скоротити тривалість процедури обстеження.

Запропоновано спосіб удосконалення автоматизованого аудіометра, що дозволяє визначати порогови слухової чутливості від одного до чотирьох

обстежуваних одночасно при повітряному звукопроведенні на вибраних частотах чистих тонів.

Запропоновано узагальнену структуру аудіометричного тракту скринінг-аудіометра групового користування та спосіб реалізації тракту вимірювання еквівалентного об'єму акустичного імпедансметра.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 33489,24 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто безпеку людини при роботі за комп'ютером. Описано забезпечення стійкості роботи об'єктів зв'язку, радіомовлення і телебачення до дії вражаючих факторів надзвичайних ситуацій та організацію та проведення оповіщення робітників і службовців підприємства та населення з використанням систем автоматизованого і централізованого оповіщення цивільного захисту на об'єкті що проектується.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, шкідливий вплив на довкілля при виготовленні апарату, заходи охорони довкілля при промислових процесах.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи отримано наступні результати:

1) Проаналізовано особливості організації і принципи функціонування слухової системи людини та розглянуто основні форми розладів слухової системи людини, що означаються терміном "приглухуватість". Встановлено, що одним із основних інформативних сигналів, який взаємодіє з слуховою системою, є звуковий тиск, що змінюється по частоті та інтенсивності і впливає безпосередньо на барабанну перетинку. Іншим інформативним сигналом є змінна сила механічних вібрацій, які також змінюються по інтенсивності та частоті і діють на кістки черепа людини. В обох випадках основним діагностичним параметром, який відразу показує відхилення стану елементів середнього вуха від норми, є його акустичний опір (імпеданс) або провідність (адмітанс), об'єднаних загальним терміном "іммітанс".

2) Проведемо аналіз принципів, що лежать в основі методів аудіометрії та акустичної імпедансометрії, як об'єктивних методів оцінювання стану слухової системи людини, що ґрунтуються на оцінюванні значень акустичного імпедансу та

іммітансу. Показано актуальність задачі удосконалення методів і засобів аудіометрії та акустичної імпедансометрії з розширеними функціональними можливостями діагностування порушень слуху у дитячого і дорослого контингенту обстежуваних на ранній стадії.

3) Проведено аналіз методів аудіометрії, зокрема ональної порогової аудіометрії, надпорогової тональної аудіометрії, комп'ютерної аудіометрії, мовної аудіометрії, високочастотної аудіометрії. Запропоновано проводити оцінювання слухової чутливості на частотах вище 8 кГц при повітряному та кістковому звукопроведенні, що дозволить поєднати в одному апаратному виконанні методи порогової та високочастотної аудіометрії.

4) Удосконалено метод тональної порогової аудіометрії, що дозволяє врахувати психомоторні особливості обстежуваних при визначенні порогів їх чутності і тим самим скоротити тривалість процедури обстеження.

5) Запропоновано спосіб удосконалення автоматизованого аудіометра, що дозволяє визначати пороги слухової чутливості від одного до чотирьох обстежуваних одночасно при повітряному звукопроведенні на вибраних частотах чистих тонів. Запропоновано узагальнену структуру аудіометричного тракту скринінг-аудіометра групового користування та спосіб реалізації тракту вимірювання еквівалентного об'єму акустичного імпедансметра.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Вислоцький Я.О. Задача оцінювання розбірливості мови / М.З. Ольховецький, А.Ю. Томчишин, Я.О. Вислоцький, В.Г. Дозорський // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018 року. – Т2.: ТНТУ, 2018. – С. 136

АНОТАЦІЯ

Вислоцький Я. О. Удосконалення методів аудіометрії і акустичної імпедансометрії. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено питанням удосконалення методів аудіометрії і акустичної імпедансометрії. Проведено аналіз патологій слухової системи людини, методів їх діагностування із застосуванням методів аудіометрії та акустичної імпедансометрії. Запропоновано способи удосконалення цих методів та запропоновано структури побудови каналів аудіометрів та акустичних імпедансметрів.

Ключові слова: аудіометрія, імпеданс, акустика, слухова система.

ABSTRACT

Vyslotsky Ya. O. The methods of audiometry and acoustic impedancometry improvement. - Manuscript. Qualifying Work, Ivan Puluji Ternopil National Technical University, Ternopil, 2018.

The qualification work is devoted to questions of improving the methods of audiometry and acoustic impedancometry. The analysis of pathologies of the human auditory system, methods of their diagnosis with the use of audiometry and acoustic impedance measurement methods is carried out. The ways of improving these methods are proposed, and the structures of the construction of channels of audiometers and acoustic impedance meters are proposed.

Key words: audiometry, impedance, acoustics, auditory system.